

Сырье для производства пива

Хмель - является одним из видов сырья для производства пива. Содержит микроорганизмы, которые хотя и при варке частично разрушаются, но оказывают влияние на качество и сохранение складируемого хмеля. Хмель переносит на себе первичные (с поля) заболевания, а именно:

- а) вирусные - вирусы, которые вызывают следующие болезни
 - кудрявость хмеля (лист хмеля скручивается);
 - мозаика хмеля (разрушает хлорофил и образует пятна);
 - бесплодность хмеля .

б) бактериальные - бактериозы, в основном вызываются бациллами *lupuliperda* в результате неправильного складирования хмеля, повышенной влажности;

в) грибкового происхождения - микозы:

- виновником этих заболеваний является плесень рода *Fusarium*, которая вызывает одно из заболеваний хмеля - фириоз;
- также появляется хмелевая плесень - *Peranospora* - гриб-паразит, поражающий побеги, листья, черенки и головки хмеля;
- *Sphaerotheca humuli* - поражает листья, черенки, головки хмеля;
- *Cladosporium* и *Alternarium*;
- *Aspergillus* и *Penicillium* - плесни, выедающие внутренности головок хмеля, оставляя нетронутой внешнюю часть. При старении хмель подвержен окислительным реакциям. Головки теряют свой первоначальный зеленый цвет, который переходит в желтовато-красновато-коричневый.

Обнаружение микроорганизмов, находящихся в хмеле.

Образцы отбираются на поле в мешочек либо в стеклянную емкость для образцов - около 50 головок и затем в лаборатории делается анализ - головки хмеля дробятся, 10 г раздробленных головок берется в колбу Эрленмауера и разводится в 100 мл стерильного физиологического раствора. Взбалтывается в целях выделения всех зародышей микроорганизмов в хмеле. Затем 1 мл раствора переносится в чашку Петри и инкубируется при температуре 22-25 °С. Выросшие колонии подсчитываются и микроорганизмы идентифицируются.

Следующим исходным веществом для производства пива является солод. Солод в значительной мере влияет на качество пива. Солод приобретает свои характерные качества при соложении, на эти характеристики оказывают также влияние сорт и качество используемого ячменя.

Определение общего числа микроорганизмов в солоде

Составить раствор из 100 г зерен и 100 мл воды. Затем привьем 1 мл гомологичной смеси в стерильную питательную среду - сладину - в банку Фреуденрейха. Перед прививкой и после инкубации необходимо определить рН, для определения изменения рН. Инкубация продолжается 3 дня при температуре 22⁰С. Затем определяется число контаминирующих микроорганизмов.

Солод- прощенные и высушенные зерна ячменя. Солод содержит ферменты, которые способствуют расщеплению крахмала на мальтозу.

Солоды - *обычные типы*:

- пilsенский (чешский)
 - венский
 - баварский (мюнхенский)
- *специальные типы*:
- карамельный
 - цветной
 - меланоидный
 - диастатический
 - протеолитический
 - rH

Эти солоды различаются по своему составу, качествам и способу приготовления.

Солод проходит анализ:

а) *органолептический*: (воспринимаемый органами чувств)- определяется цвет солода, внешний вид, однородность зерен, запах, вкус, наличие заболеваний (вредителей);

в) *механический*:

- устанавливается объемная плотность - для солодоварения показатель должен быть 54-58 кг/гЛ;
- определение абсолютной плотности - 1000 зерен в пределах 30-33 г в сухом остатке;
- определение качества эндосперма;
- установление поврежденности зерен и наличия плесел;
- определение развития стрелки - характерно для отдельного типа солода. Солод чешского типа имеет проросшую стрелку до 2/3 длины зерна, не может быть переросшим - перестрелкованным.

в) *физико-химический и химический анализ*:

- определение влажности солода - после 3 часов при температуре 105-107⁰ С показатель не может превышать 6,5%. Только что высушенный солод имеет влажность 3,5%;

- определение экстракта солода - совокупность экстрактивных веществ, которые при осаждении, согласно обусловленного метода, переходят в раствор. Экстрактивность - основной показатель для расчета насыпки. Колеблется между 76-78 % в сухом остатке;

- определение периода разложения крахмала на сахара -т.е. времени, необходимого для сахаризации осадка. Параметры измерения - от температуры 70⁰С до полной сахаризации. Светлые сорта солода сахаризуются 10-15 минут, темные - 30-35 минут;

- определение времени стекания и прозрачности сладины - если фильтрация закончена за 1 час, то это свидетельствует о том, что стекание нормальное. Прозрачность определяют по окончании фильтрации - жидкость должна быть прозрачной и искрящейся;

- определение цвета сладины - для светлых типов солода показатель имеет величину 0,16-0,26 мл раствора, для темных - от 0,5 до 1,20 мл раствора, показатель имеет размерность по Эрранту мл I₂ 0,1 мол./л либо в единицах ЕВС;

- определение экстракта в крахмале - служит для оценки степени разлушенности солода. В грубом шроте остается больше экстрактивных веществ, которые не могут быть расщеплены ферментами. Объем экстракта в муке (размоле) минус объем экстракта в шроте дает нам показатель степени расщепления. Оптимальная величина 2,0-2,2 %, более 3,3% - очень малая, меньше 1,3% - высококачественная;

- определение диастатической мощности - определяется по Widische-Wolbachu и выражается в граммах мальтозы, образовавшейся под воздействием амилазы из 100 г солода. Выражается в единицах WK:

светлые солоды - 200-300 единиц WK

темные солоды - 70-120 единиц WK

- определение числа Колбаха - выражает % долю растворенного N с общим азотом в солоде. Является показателем степени разлученности:

КС 36-42% - хорошие солоды;

меньше 36% - разлучение незавершено;

больше 42% - очень хорошие солоды

- определение числа Гартонга (Hartongovo cislo) - служит оценкой разлученности солода. НС определяется при осаждении солода при температурах 20⁰С, 45⁰С, 65⁰С, 80⁰С :

$$RE\ 20^0 + RE\ 45^0 + RE\ 65^0 + RE\ 80^0$$

$$НС = \frac{\text{-----}}{4} = 58,1$$

НС 0-3,5 - недостаточное разлучение;

5 - оптимальное;

6-10 - чрезмерное

- определение фильтрационной кислотности сладины - кислотность сладины вызвана наличием органических кислот и кислых солей, главным образом, фосфорных. Фильтрационная кислотность имеет большое значение для деятельности ферментов. Устанавливается методом двухступенчатой фильтрации, на первой ступени - до рН 7,07, на второй - до рН 9,0. На первой ступени нейтрализуются наиболее сильные кислоты и часть фосфатов, на второй - слабые кислоты и избыток фосфатов. Суммарный расход на первой и второй ступени, выраженный в мл 0,1 мол/л NaOH на 100 г сухого остатка солода показывает общую кислотность. Фильтрация определяется при помощи индикаторов: по методу Луйерса или потенциометрическим методом;

- определение восстанавливающих веществ в солоде - под такими веществами в сладине понимают вещества, связывающие органические вещества, возникающие при кипячении раствора Fehlinga. Их объем выражается % содержанием мальтозы в экстракте солода. Определяется методом Schoorlova. Этот метод заключается в редукции смеси растворов I и II Фенлинга восстанавливающим сахаром при кипячении на Cu_2O . Избыток двувалентной меди в растворе Фенлинга определяется йодометрически.

Хмель подвергается анализам:

органолептический анализ:

- а) расчесывание - головки хмеля не должны иметь повреждений;
- б) внешний вид, цвет, блеск - хороший хмель имеет светло-зеленый цвет, блестит;
- в) внешний вид вретенка - должен быть ломаный(т.е. конец головки хмеля должен быть загнут);
- г) лупулин (внутренняя часть головки хмеля) - должен иметь золотисто-желтый цвет, быть клейким;
- д) запах - должен быть нерезким, здоровым, чистым;
- е) строение головок - форма должна быть правильной и однотипной;

- *ботанический анализ* - определяет повреждения хмеля растительными и животными вредителями. Этот анализ проводят хмелеводы при срезании хмеля.

- *химический анализ:*

- а) определение влажности - 5 г хмелевой измельченной массы высушивается при температуре $106\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 1 часа. Хмель должен содержать не более 10-13 % влаги;

б) определение хмелевых эфирных масел - по методу Salace-Kotrega-эфирные масла влияют на аромат пива. Этим методом устанавливается общее количество эфирных масел и их окисляющее число. Количество эфирных масел определяют следующим образом: делают так, чтобы через размол хмеля проходил пар и дисцилят соприкасается с этанолом. Затем из дисцилята эфирные масла адсорбируются на активированном угле и с него экстрагируются дифелером. После выпаривания эфирные масла взвешиваются.

Окисляющее число определяется так: через размол хмеля прогоняется азот, который уносит текучие эфирные масла в воду. Водный раствор затем фильтруется 0,01 мол./л $KMnO_4$. Искомая величина определяется расчетом мл 0,1 мол./л $KMnO_4$, необходимого для окисления эфирных масел из 1 г хмеля;

- определение горьких веществ - по методу Волмера (Wolmera) - этот метод основан на различной растворимости горьких веществ в органических растворителях. Экстракцией эфиром выделяем все смолы, которые соединяем с метанолом и экстракцией с гексанметанолом осаждаем мягкие смолы. Ацетатом сульфата свинца высаживаем горькие кислоты и твердые смолы и рассчитываем их долю: твердые смолы=все смолы-мягкие смолы β часть= мягкие смолы= гумулон. Вольмерово число горькости выражает ценность хмеля для пивоварения. Вольмер установил, что горькие кислоты придают пиву в 9 раз больше горькости, чем β -фракции. Это выражается числом горькости:

$$SN = \lambda + \frac{\beta}{9}$$

Эта закономерность относится и к свежим хмелям, так как Вольмерово SN роль β -фракции не учитывает. Старая, горькие кислоты

постепенно окисляются в мягкие смолы. Поэтому Салац и Дир (Salac - Dyr) предложили следующую формулу:

$$\text{CH} = \lambda + \frac{\beta}{9}$$

Анализ по Вольмеру в практическом плане довольно сложен, особенно в части определения λ - горьких кислот, так как они в свежем хмеле в наибольшей мере оказывают влияние на горькость. При этом методе к толуоловому выщелачиванию хмеля постепенно добавляют раствор ацетата *сульфата свинца* и после каждой порции измеряют проводимость, которая вначале не изменяется, так как возникают недиссоциированный гумулат сульфата свинца. Как только весь гумулон перейдет в гумулонат, проводимость начнет подниматься пропорционально добавлению ацетата. Точка эквивалентности устанавливается в ходе кривой титрования. Из определения расхода подсчитывается кондуктометрическая ценность исходного хмеля и пересчитывается на массу сухого хмеля. Следующим быстрым методом является спектральный фотометрический анализ определения универсальной горькости - образец обработать в растворе пектина и горькие вещества с хлороформом определяются спектрографически способом.

Хмель является одним из основных компонентов для пивоварения. Он придает пиву характерный горький привкус и способствует его консервации.

Хмель европейский - *Humulon Lupulus L* семейства конопляных. Хмель достигает полной урожайности в 20-30 летнем возрасте. Это растение двуполое - имеет мужские и женские соцветия, растущие на разных растениях.

Головки хмеля - сырье для пивоварения, состоящее из высушенных мужских соцветий.

Морфология хмеля,

хмель имеет:

- сильно развитую корневую систему, проникающую на глубину до 6 метров;

- стебель, имеющий цвет от зеленого до красного, завивается вокруг проволоки;

- листья, растущие всегда по два - друг против друга;

- боковые ветви;

- соцветия - растущие на боковых ветках и созревающие в головках, соцветия имеют 60 цветков.

Головка хмеля - имеет яйцеобразную форму и всегда зеленого цвета. Их средоточием является вржетенко, которое на конце должно быть заломлено.

В Чешской Республике выращивают разновидность хмеля - полуранний червенак в районах Жатеца, Рудницко, Устецко. По стадии созревания хмель разделяется на ранний, полуранний и поздний. Сбор хмель продолжается три недели, пик - 22.08-25.08. и продолжается до середины сентября.

После уборки хмель имеет 89% влажности, поэтому его немедленно сушат (при температуре 50⁰С, так как при больших температурах разрушаются горькие вещества, находящиеся в хмеле. Хмель нельзя долго хранить на складе, так как он окисляется. Этому способствуют воздух, тепло и свет. В чешских пивоварах хмель используется в форме: экстракта хмеля, гранулированный, прессованный.

Для пивоварения ценными веществами хмеля являются:

а) горькие вещества - 12-22% в сухом хмеле

- α - горькая кислота -гумулон (самый ценный компонент);

- β - горькая кислота

- λ - мягкая смола так называемая β -часть фракции

- β - мягкая смола

- γ - твердая смола

α -кислота полностью оказывает влияние на горькость пива, растворима, при варке хмеля переходит на так называемую изоформу;

β -кислота влияние на горькость пива в 9 раз меньше, чем α -кислоты;

λ и β мягкие смолы - низшие продукты окисления горьких кислот. В свежем хмеле их содержание 3-4%, в сухом - их содержание увеличивается;

γ - твердая смола - конечный продукт окисления горьких кислот.

В присутствии в свежем хмеле, при складировании и в плохом хмеле их процент возрастает.

б) хмелевые дубильные вещества - 2-6 % в сухом хмеле, их значение:

- содействуют свертыванию белковых веществ в форме дубильно-белковых комплексов;
- придают более темный цвет сладине, частично влияют на вкус и горькость пива;
- оказывают влияние на образование горьких осадков, которые потом удаляются в вибрационном чане;
- снижают содержание коагулируемых белковых веществ, что способствует более длительному сохранению пива

в) хмелевые эфирные масла - содержание до 1% в сухом хмеле, в химическом плане - это терпентиновые углеводороды, бесцветная летучая жидкость. Легко уносится водяным паром, также уходит при варке хмеля, но незначительная часть остается в пиве и влияет на его аромат.

Осаждение

Насыпка - масса солода и его суррогатов, предназначенных для варки. От состава насыпки и входящих в нее отдельных компонентов зависит вкус, цвет, а также частично и степень проброженности и коллоидной стабильности пива. От качества используемого солода зависит и готовый продукт - пиво. Поэтому солоды необходимо складировать отдельно по их качеству, для того, чтобы использовать равнозначное сырье. Для производства светлых сортов пива используется выдержанный светлый пilsенский солод. Если использовать заменители - рис, сахар рафинированный - то это может улучшить цвет, вкус и срок хранения пива.

Для производства темных сортов пива используется баварский тип солода, как главная составляющая. Фракция светлого солода приносит необходимые ферменты, фракции специальных солодов регулируют цвет и вкус. Солоды, придающие цвет, обжаренные при более высоких температурах, добавляют в чан после выпуска последнего осадка. Необходимое количество насыпки для варки рассчитывают исходя из экстрактивности готового солода.

Вистирка и осаждение

Создает предварительную часть технологического процесса в варне. При вистирке происходит смешивание солода с водой, при осаждении - необходимые вещества экстракта переходят в раствор. Этот раствор затем дальнейшим процессом освобождается от нерастворимой части, варится с хмелем и превращается в субстракт для брожения. Часть экстракта растворяется сразу - этому содействует более высокие температуры, перемешивание и варка осадка. Большая часть экстракта всегда может

переведена только в растворимую форму расщепления, которая катализована ферментами.

Теория осаждения

Цель - экстрактивные вещества перевести из нерастворимой в растворенную форму и затем из растворенной непребродившей формы в пребродившую. При осаждении расщепляется крахмал, белки, органические фосфаты гемицеллюлозу.

Расщепление крахмала

Крахмал является полисахаридом композиционными единицами которого глюкоза. Амилаза имеет неразветвленные цепочки, а аминопектин - разветвленные.

Зерна крахмала при контакте с водой набухают, этот процесс поддерживает повышенная температура, особенно, от 50⁰С. При возрастании температуры в зернах образуются радиальные трещины, зерно распадается и одновременно начинает густеть крахмал. Образование

клейкого, сильно вязкого *маза* определяется аминопектином, пока амилаза коллоидно растворяется в воде. Крахмаловый маз постепенно расщепляется амилазными ферментами на декстрины и мальтозу. Амилазные ферменты, расщепляющие крахмал, функционально дополняют друг друга. Наиважнейшие из них L-амилаза и A-амилаза.

L-амилаза - эндоамилаза; расщепляет изнутри разветвленные цепочки на декстрины, расщепляет связи- 1,4 между отдельными глюкозными единицами. Температурный оптимум: 72-75⁰С, т.е. наивысшая температура образования сахаров. Оптимальное значение рН = 4,5-5,6.

Граничные декстрины: расщепляют нечетные глюкозные цепочки. Температурный оптимум: 55⁰С, задержкой при этой температуре можно повысить содержание бродильного сахара.

Осаждение с позиции расщепления крахмала необходимо проводить так, чтобы:

- йодовая реакция на крахмал была отрицательной;
- достигаемая степень проброженности отвечала требуемому типу пива, для светлых сортов пива - 78-83%, у темных сортов - 68-75%;
- был достигнут оптимальный состав заквасочного экстракта как со стороны метаболизма бродильных грибков, так и полноты вкуса пива (

идеальный состав: 10% моносахаридов, 50% дисахаридов, 20% высших декстринов.

К данным факторам можно отнести механическое оборудование варочного котла (варны) и особенно качество солода. К факторам, которые могут регулировать процесс осаждения, прежде всего можно отнести приготовление шрота (тонкость шрота). Более тонкие шроты усиливают связь фермента с субстратом и увеличивает поверхность реакции. Однако степень тонкости шрота, в конечном счете, ограничена техникой сжеживания. Другими факторами является выбор способа осаждения, количества и густоты осадка, а также температуры соединения насыпки с водой (вистирани). Оптимальными начальными температурами замачивания насыпки в воде являются 37-50⁰С так как, с одной стороны, они оптимальны для определенных ферментов, с другой - при них зерна крахмала имеют время для набухания.

Расщепление белковых веществ при осаживании

Белки по степени растворимости делятся:

альбумины - растворимые в воде

глобулины - растворимые в разбавленных растворах солей

проламины - растворимые в 50-90% этаноле

глутемины - растворимые в щелочах

В зерне солода белки находятся:

- под оболочкой в алеуроновом слое, большая часть переходит в млато;
- на поверхности эндосперма как резервные белки;
- в клетках эндосперма и его оболочках.

Практика осаживания

Целью является переведение крахмала в раствор и затем в бродильную форму- мальтозу. Вистирани (соединение солода с водой) - при мокром размоле шрота это одновременно является и вистиркой и из чана шрот вычерпывается вместе с водой. При сухом шротовании шрот поступает из бункера через устройство для вистирки при интенсивном перемешивании в подготовленную воду так называемую вистрелковую воду. Предек - раствор экстракта, полученный сжеживанием осажденного продукта (осахаренного осадка). Млато после снятия предка образует так называемую вистрелковую воду, образовавшуюся как раствор экстракта с постепенно снижающейся концентрацией, которую называют вистрелек. Если объем воды при вистирани меньше, то вистерка и осадок более густые. Если объем воды больше, то вистерка и осадок жидкие, а предек более слабый. В жидких осадках ферментные реакции проходят быстрее. Температура вистирани зависит от используемого способа осаживания: более высокие температуры сокращают осаживание, экономят тепловую энергию.

Темные сорта пива: 3-4 гл воды на 100 кг насыпки солода.

Светлые сорта пива: 4-5 гл воды на 100 кг насыпки солода и соответственно концентрация полученной младины составит 1,3: 1,0.

Процессы осаживания

Методом вливания (инфузии). Вся вистирка (осадок) постепенно разогревается до момента разложения крахмала на сахар.

Вистирка при температуре 37⁰С либо 57⁰С выдерживается 30 минут, расщепляя белки. Для увеличения доли бродильного сахара следует нагреть до 62⁰С и выдержать 30 минут. После нагрева до 72⁰С целый час идет процесс разложения крахмала на сахар и затем осаживается при температурах 76-78⁰С. Данный способ используется в порядке исключения. Он более экономичен по времени процесса и потребляемой энергии, однако, имеет более низкий варочный выход и вкусовые качества несколько отличны от пива, полученного другим способом

Осаживание на 3 осадка

Это старейший классический способ. Вистирка при температуре 37⁰С, солод равномерно размещен в холодной воде, температура повышается запариванием. Отходит до 1/3 исходного материала. Осадок осахаривается, варится 20-30 минут. Перекачкой проваренного осадка температура в чане при интенсивном перемешивании повышается до 50-53⁰С. Спускается второй густой осадок. Вторым осадком повышается температура в чане до 62-66⁰С. В результате варки твердые составляющие солодового шрота в первых двух осадках начинают взаимодействовать с ферментами. Поэтому третий осадок спускается пустым. Его осахаривание протекает быстро, варится 10-15 минут. При его перекачке в чане достигается температура 75-78⁰С. Процесс продолжается долго - 5,5-6,5

Осаживание на два осадка

Вистирка при температуре воды 37⁰С, запаривание при 50-52⁰С. Густой осадок чан и разогревается со скоростью 1⁰ С в минуту до температуры 62⁰С при которой выстаивается 10-15 минут, затем подогревается до 72⁰С для осахаривания. После окончания осахаривания быстро начинается варка в течение 20-30 минут. Постепенно добавляем первый осадок к избытку вистирка при постоянном помешивании, достигая температуры 62-65⁰С. Второй густой осадок осахаривается и варится 15-25 минут, осаживается при температуре 75-78⁰С. Этот способ является наиболее распространенным, его продолжительность 3,5-4,5 часа.

Ускоренный двусадочный способ

Вистирка производится в воду с температурой 62⁰С. Два густых осадка варятся только кратковременно: первым повышается t в чане до 70-72⁰С, вторым - до 75-78⁰С. Данный способ применим только для хорошо разлушенных солодов.

Осаживание на один осадок

Можно вистирать при t 37⁰ С, либо сразу при t 50⁰С. Примерно половина густой вистирки опускается в чан, осахарение идет при низшей и высшей температуре, варится 30 минут. Перекачиванием этого осадка к избытку вистирки достигаем осаживающих температур. Этот способ позволяет экономить время, расход энергии, но применим только для хорошо разлушенных и раздробленных солодов.

Осаживание при использовании несолодовых суррогатов

Это прежде всего ячмень либо рис. При доле суррогата 10-15% можно выполнять обычный процесс с солодом. При доле суррогата около 25% необходим специальный процесс. Крахмаловый эрзац выпускается в осаживающий чан с присадкой 10-20% солодового шрота и постепенно нагревается до t 85-90⁰С с учетом задержек. Температура 85⁰С поддерживается 15 минут, затем осадок варится 20-30 минут. В процессе получения суррогатного осадка солодовый шрот должен иметь температуру вистирки 37⁰С.

Осаживание скачком

Густая вистирка с t 37⁰С запаривается прямо на высших сахарообразующих теплотах 72⁰С. Йодовая проба на крахмал - отрицательная. Понижается степень проброженности. Контроль:

1. Изменение температур во времени.
2. Осахаривание регулярно контролируется у всех осадков раствором йода. Для более тщательного анализа отбираются образцы для лаборатории. Определяется доля расщепленных продуктов, крахмала и белковых веществ.

Определение экстракта солода

Принцип: экстракт солода - концентрация всех веществ, которые при обусловленных методах переходят в раствор. Размолотый солод осаживается при определенной температуре за определенный срок. В полученной сладине определяется относительная густота, а затем по таблицам находится соответствующий объем экстракта. Из него

вычитается объем экстракта солода в первоначальном образце и в сухом виде.

$$E = \frac{S (800+V)}{100- S}$$

E = экстракт исходного солода, в % веса;

S = экстракт сладины, в % веса;

V = влага, в % веса

Отцеживание

Процессом осаждения основная часть экстракта засыпки переводится в раствор. После осаждение необходимо отделить раствор экстракта, так называемую сладину, от твердой части осадка, т.е. млата. Сладина является полуфабрикатом для последующего процесса производства пива, млато (пивная дробина) используется как кормовые отходы.

Млато содержит оболочки зерен и ее осколки, стрелки (часть ростка зерна, которая остается в зерне), выпавший осадок белковых веществ и последующих суспендированных веществ. Отделением этой нерастворимой части фильтрацией извлекается первая часть раствора экстракта, называемая передок (водный раствор, получаемый в результате прохождения воды через млато). При этом объем передка определен объемом проходящей воды. Избыток растворенного экстракта можно выделить из млата горячей водой. Разжиженная сладина, полученная высолодованием называется выходкой. Соединяется с передком в младиновой емкости либо в сборнике сладины. Тот момент, когда концентрация выходки снизится, приблизительно, на 1% ниже экстракта, и дальнейшее высолодование млата было бы уже в ущерб качеству и целью процесса варения является обеспечение, чтобы передок совместно выходкой соответствовал требуемой концентрации сладины. При высолодовании должна быть достигнута требуемая степень этого процесса, чрезмерное высолодование растворяет дубильные и терпкие вещества с оболочек зерен.

Теория сцеживания

С физической точки зрения сцеживание - простой процесс, занимающий достаточно много времени и с технической и технологической сторон - трудоемкий. На приток сладины оказывают влияние свойства сладины и, главным образом, сопротивление фильтрационного материала.

Определяющими факторами свойств сладины являются ее температура и плотность. Чем выше температура сладины и меньше ее

концентрация, тем быстрее идет процесс сцеживания. Такие элементы сладины, как амуланы, белковые вещества и декстрины повышают ее вязкость.

Размеры фильтрационного материала при использовании солодового или вакуумного фильтров, прежде всего, зависят от фильтрационной плахетки. Намного расширяет возможности сцеживающей системы использование в качестве фильтрационного материала слоя осевшего млата. При этом существуют довольно сложные условия - сопротивление в ходе процесса сцеживания постепенно возрастает и оказывает влияние на качество солода, мягкость шрота, интенсивность осаждения, уровень млата и на правильную технику сцеживания.

Качество солода. Правильно приготовленный солод - это хорошо размолотый, с раздробленным эндоспермом и целыми оболочками зерен. Небольшая поврежденность оболочек является основной предпосылкой благоприятного пористости фильтрационного слоя барды. Недостаточно приготовленный солод - твердый, оболочки при крупном размоле в дробилке с приставшими к ним частицами эндосперма. Большой размер крупы повышает компактность. Невыдержанный и пересушенный солод при размоле сильно размалывается, т.к. оболочки мало разрыхлены и мука залепляет барду. Недостаточная расщепленность как камеди, так и белковых веществ и декстрина повышает вязкость младины.

Механический состав шрота соответствует используемому технологическому оборудованию. Для сцеживающего чана требуется более грубый, проникающий шрот, чем для солодового фильтра.

Интенсивность осаждения определяет степень расщепления веществ, могущих задерживать процесс стекания.

Высота слоя млата в чане для сцеживания при сухом крупном размоле доходит до 35 см. Если смочить солод перед размолем, то размол будет более рыхлым и высота может доходить до 45 см, а при мокром размоле - до 60 см. Загрузка чана выражается в кг засыпки на один метр сцеживающей поверхности.

Млато должно быть равномерно разложено, т.е. иметь одинаковую высоту слоя, а поверхностное тесто должно быть равномерно распределено.

Соблюдение технологии процесса сцеживания особенно важно при использовании сцеживающего чана. Необходимо выбирать соответствующую скорость стекания и оптимально манипулировать рыхлителем. Основное правило: скорость протока через сцеживающие краны не должна быть выше, чем естественный (нормальный) проток слоя млата. При слишком быстром отходе сладины возникает явление впуска - млато застывает и прилегает к сцеживающему дну, чем вызывается замедление процесса сцеживания.

Оборудование, используемое при сжеживании сладины

Сжеживающий чан

Сжеживающий чан - цилиндрическая стальная емкость с крышкой и теплоизоляцией. В плоском горизонтальном днище имеются отверстия, соединенные трубками с кранами сжеживающей батареи. На расстоянии 8-15 мм над днищем установлено фальшивое (пустое) дно из фосфористой бронзы. В 1 м^2 этого дна высверлено до 2500 отверстий, имеющих верхний диаметр 0,7 мм, нижний диаметр - 3-4 мм и длину- 20-30 мм. Проточная поверхность дна достигает 6-8% от общей площади дна. В современных конструкциях из хромоникелевой стали эта величина доходит до 30% общей поверхности дна.

Объем чана 8 гекалитров на 100 кг, изготавливают до 12 тонн. Поверхность сжеживающего дна является лимитирующим фактором для мощности варны: на 1 м^2 сжеживающей поверхности приходится 150-200 кг засыпки при слое млата 30-40 см.

Отток сладины через сжеживающие трубки регулируется сжеживающими кранами. Размер сборной поверхности одного крана составляет для обычной конструкции 1-1,25 м^2 .

В зависимости от скорости протекания (1,4-4,4 м/с), через кран проходит 0,6-6,01, а высота жидкости в чане- 0,1-1,5. В чанах современной конструкции сладина стекает в одну или две собирательные трубки, либо в сборный резервуар из которого через сжеживающий кран поступает в ковш (панев) .

Рыхлительное оборудование состоит из прочных рам с отвесными ножами. При объеме насыпки до 3 тонн рыхлительное оборудование состоит из 2 рам; до 6 тонн - из трех рам, а более 6 тонн - из 4 рам. Оборудование медленно вращается, один оборот при рыхлении продолжается от 3 до 7 минут, в зависимости от объема чана. Над рыхлителем установлен вращающийся опрыскиватель неоднороден: под сжеживающим дном он имеет меньше количество тестообразного отстоя, на дне находится тонкий слой грубых и более тяжелых частиц. Средняя часть слоя в верхней своей части содержит легкие частицы млата, т.е. состоит преимущественно из белковых веществ, алеуроновых оболочек (остатков переработанного крахмала) и обломков оболочек зерен. Нижняя более грубая часть слоя осадка содержит много клейковины, что затрудняет процесс сжеживания. Верхний тонкий слой, как уже говорилось, тестообразен и должен быть распределен по поверхности млата равномерно, чтобы скорость протекания воды для высолодования была везде одинакова.

Чем выше температура осаждения, тем млато рыхлей и процесс сжеживания идет быстрее. Тепловой режим поддерживается наличием хорошей теплоизоляции чана, закрытием дверок и клапанов парника.

К концу отстоя поверхность сладины в чане не должна быть рыжего цвета, а быть как можно темнее.

Подбивка

При выкачивании в сцеживающий чан через щели фальшивого дна попадает тонкий осадок, который осаживается на дне чана. Его удаление производят подбивкой, т.е. быстрым закрытием и открытием сцеживающего вентиля. При этом в сцеживающей трубе создается низкое давление, посредством которого и удаляется тестообразный осадок.

Возвращение отстойной сладины в сцеживающий чан. Первая часть стекающей сладины мутная, содержит осадок, полученный подбивкой из пространства под чистым дном и из нижних слоев млата. Отстойная сладина возвращается подбойным насосом обратно в сцеживающий чан, так чтобы не взбаламутить млато. Этот процесс продолжается до тех пор, пока из крана в желоб не потечет чистая сладина.

Снятие передка. Передок необходимо снимать как можно быстрее. Если открыть сцеживающий кран полностью, то нарушится равновесие между объемом сладины, стекающей в желоб и количеством ее притока через млато. Это вызывает притягивание млата к чистому дну чана и, тем самым, замедляет стекание. Поэтому необходимо осторожно манипулировать кранами. Часть чистой сладины над млатом можно снять при помощи ливера (прибора для отсасывания жидкости).

Высолодование. Как только начнет понижаться уровень сладины и обнажится млато, необходимо открыть на распыскивателе привод воды для высолодования. Вода выдавит оставшийся передок и извлечет из млата удерживаемый экстракт. Температура воды для высолодования должна быть в пределах 75-78⁰С. Выгодно проводить процесс высолодования без перегрузок, т.е. плавно подавать столько воды, сколько воды вытекает в выстрелках. Можно высолодовать и на два и на три выстрелка, когда залитый объем воды постепенно снижается при этом необходимо воспрепятствовать проникновению воздуха к слою млата. Так как при стекании *передка* сопротивление слоя млата возрастает, то целесообразно опустить рыхлитель вниз и одним-двумя поворотами перерезать млато при закрытых кранах. Этот процесс можно повторять перед каждым впуском вистрелковой воды. Рыхлитель используется при высолодовании в соответствии с качеством и тонкостью шрота. Сперва нож прорезает верхний тестообразный слой, а затем постепенно опускается почти до чистого дна.

Процесс сцеживания облегчается при использовании сцеживающего манометра. Его основу составляют три стеклянных трубки из которых: первая - соединена со средним слоем млата или с пространством над ней; вторая - с пространством над сцеживающим дном, а третья - с сцеживающей трубкой. Разница уровней сладины между первой и второй трубкой показывает сопротивление млата, между второй и третьей - показатель впуска стекающей сладины.

Процесс высолодования можно считать законченным тогда, когда концентрация выстрелка снизится примерно на 1% и дальнейшее высолодование млата в раствор приводит только к появлению чрезмерного количества грубых вкусовых веществ с оболочек.. Одновременно концентрация соединенного передка и выстрелка достигает требуемой ступенчатости. Избыток выстрелковой воды, так называемая патока, сливается в канализацию.

Сброс млата проводится рыхлителем с ножами, поставленными отвесно по направлению к движению. Рыхлитель из верхнего положения постепенно отускается и ножи сгребают млато в открытый люк в дне чана. Современные конструкции чанов имеют прочные ножи и млато выгребаются особой рейкой. Процесс сцеживания требует на всех его этапах наиболее индивидуальных качеств опыта варщика и своей продолжительностью ограничивает мощность варны. Тем не менее, современные сцеживающие чаны могут произвести 6-8 варок в день без потери качества. Это зависит, главным образом, от сокращения времени на выполнение вспомогательных работ: (перекачки, перерывов, возврата осажденной младины, выгребания млата), а также целесообразность сцеживающей техники относительной скорости снятия передка - около $0,25 \text{ л м}^2 \text{ 2 сек.}^{-1}$ и т.д. Основным условием ускорения процесса сцеживания является соответствующая качество и состав солодового шрота, его влажность

акрытом оросителе.

Контроль сцеживания

Варщик в процессе сцеживания следит:

- за прозрачностью сладины на отдельных краях сцеживающей батареи;
- за температурой высолаживающей воды перед входом ее в ороситель и за температурой сладины в сцеживающем желобе (оптимальная температура воды составляет $78-80^{\circ}\text{C}$, сладины $-75-78^{\circ}\text{C}$, более низкие температуры замедляют процесс сцеживания, при более высоких температурах растворенные остатки крахмаловой *мази* (густая крахмаловая масса) в размоле ухудшают процесс разложения крахмала на сахара;
- за процессом разложения крахмала на сахара (йодовой реакции);
- за содержанием экстракта (образованием) при помощи сахарометра, главным образом в конце процесса высолодования.

Оценками результата сцеживания служат:

- сопоставление достигнутого варочного выхода с экстрактом переработанных исходных материалов путем лабораторного анализа;
- содержание экстракта в последнем выстрелке;

- анализ размола, при этом выделенный экстракт во влажном размоле не может превышать 0,5%, и в сухом 2%, общее содержание экстракта во влажном размоле 1,3% и в сухом 5%, из разницы вычитается экстракт из неразложившегося крахмала.

Чрезмерное количество выделенного экстракта размола в сцеживающем чане может быть вызвано несколькими причинами:

а) В сырье

- млато с мало растворенным солодом плохо *извлекается*;
- при очень тонком помоле тестообразное млато слишком компактно;

б) В чане

- забиты отверстия сцеживающего дна;
- чан установлен не горизонтально, поэтому слой млата неравномерный;
- в слишком перегруженном чане высокий слой млата;

в) В работе персонала

- чрезмерно много рассола, поэтому нехватает воды на выстрелке для высолодования млата;
- некачественный процесс перекачивания из-за чего создается неравномерный слой млата;
- недостаточно длительный процесс подбивки из-за чего тестообразная масса (тестичко) остается частично под сцеживающим дном;
- неполное снятие передка;
- низкая температура либо неравномерный тепловой режим;
- уплотнение млата из-за быстрого сцеживания;
- неправильная работа рыхлителем.

Слишком большая доля неосахаренного экстракта может вызвана:

- а) плохо подготовленным и слабо ферментированным солодом;
- б) неинтенсивным процессом осаждения.

Солодовый размол

Состоит из нерастворимого остатка эндоспермы, оболочек и веществ, которые при осаждении коагулируют. Однако не может содержать целые зерна (крупички). Выделенного экстракта бывает 0,5%, общей доли экстракта и во влажном размоле не может превышать 1,3%. Из 100 кг солода получается 110-120 кг влажного размола, который является ценным кормом.

Емкость для младины

К низкому вальцованному борту (краю) прикреплено покрытие с парником. Борт изготовлен из стального либо медного листа. К его верхней части приварено покрытие или покров, т.е. выпуклая крышка. Покрытие переходит в парник - металлические трубы, которые отводят пар. Стальные емкости могут иметь покрытие либо также стальное, либо, чаще всего медное, полированное, снабженное насадкой для парника с желобком для улавливания конденсата, стекающего по стенам парника. Покрытие всегда имеет одну либо две (одинарных либо двойных) раздвижных дверок, перемещающихся либо по рельсам, либо по пазам, выложенным силовым. Дверца служит для наблюдения и также как лючный проем. Парник изготавливается из медных труб, а над варней - из стальных труб, закреплен и оборудован латунной розеткой в потолке варны. В нижней части парника имеется медный вращающийся выпускной клапан и управляющая цепь. Над крышей парника имеется железная вращающаяся насадка для повышения тяги, реагирующая на изменение ветра. Край емкости облицовывают (стальными листами с воздушным зазором). Часто в целях улучшения внешнего вида над площадкой используются медные листы, из-за чего емкость выглядит полностью медной. Емкость снабжена устройством для смешивания холодной и теплой воды. Устройство состоит из чугунной колонки с запорными вентилями на холодную и теплую воду, размещенными под площадкой и имеющими поворотные колесики для ручной регулировки, и контрольного компенсационного ртутного термометра с диапазоном шкалы (манометрового типа) от 0- до 120⁰С, имеющим регистрационное устройство и закрепленным, как правило, тут же. Для облегчения доступа к емкости и осветительным приборам и проведения предохранительных работ от воды и пара, имеется приставная лестница. Днища емкостей, отапливаемых напрямую, плавно выгнуты во внутрь и изготовлены из сегментов, методом клепки, новые - методом сварки из стали или меди, или медная часть только над площадкой. Паровые емкости имеют двойное дно полукруглого или эллиптического вида. В центре дна через сальник проходит вертикальный вал пропеллера, приводимого в действие электромотором через шнековый вал. Скорость вращения лопастей - 3м/сек. Емкости с прямым отоплением имеют верхний конический зубчатый привод мешалки, в некоторых случаях мешалка имеет цепной привод. Мешалка всегда имеет форму, приспособленную к форме дна емкости.. Интенсивность варки зависит, с одной стороны, от величины отапливаемой поверхности с другой стороны - ограничена пенообразованием варящейся младины. Емкость может иметь объем 8-9 гектолитров на 100 кг солодовой засыпки. Отапливаемая поверхность

должна иметь такие размеры, что бы весь объем солода можно было в диапазоне температур 66-75⁰С подогреть минимально на 1⁰С за минуту. Часовой объем отпара (количество испарившейся воды), который является показателем интенсивности варки, составляет 5-10%. Емкости для варки младины с круглой проекцией при увеличении объемов имеют отрицательные характеристики, т.к. отапливаемая поверхность увеличивается во второй степени, тогда как объем - в третьей степени. Для передачи тепла важно движение жидкости в емкости. Иногда в этих целях делают емкость корытообразной формы с асимметрически расположенной отапливаемой поверхностью, либо в емкость встраивают дополнительные радиаторы.

Контроль варки хмеля и результатов варки

При варке хмеля контролируется:

- 1) соблюдение времени варки;
- 2) временной график закладки хмеля;
- 3) визуальный контроль интенсивности варки, а также по количеству воды, испарившейся из емкости за 1 час.

После окончания варки в младины контролируется лом, цвет, запах и степень разложения крахмала на сахара. В каждой варке определяется объем и экстрактивность (сахаризация) для расчета варочного выхода. Варочный выход R_v определяется по формуле:

$$R_v = \frac{V * E * 0,96 * p}{S}, \text{ где}$$

V - объем горькой младины, определенной мерным шестом, л

E - экстракт младины, определенный сахарометром, % hm

p - удельная величина младины (определяется из таблиц)

0,96 - коррекция на объемную контракцию между температурой 100⁰С, при которой определяется объем младины и температурой 20⁰С, при которой определяется сахарометрически экстракт солода либо, при использовании суррогатов, их пересчет на так называемый стандартный солод (солод с экстрактивностью 75% в первоначальной массе).

Варочный выход может быть только на 1% ниже лабораторного. При повторяющихся неблагоприятных результатах необходимо, прежде всего, проанализировать млато (пивная дробина) Повышение объема экстракта в пивной дробины свидетельствует о дефектах при фильтровании, повышенная доля экстракта из неразложившегося крахмала в млате свидетельствует о низком качестве солода либо о недостаточном осаждении.

Через определенные промежутки времени организуется контрольная варка. Она основывается на последовательном техническом контроле над полным процессом варки от выборки образцов сырья перед взвешиванием

и дроблением до измерения объема и экстрактивности охлажденной младины, поступившей в бродильню. В ходе варки контролируется и записывается время, температура, объемы, идут наблюдения за процессом варки и отбираются образцы для лабораторного анализа, измеряется объем младины и патоки, взвешиваются осадки. После определения экстракта в загружаемой массе, полученной младины, патоках, солодовом и хмелевом млате, подсчитывается полный баланс варки. Подробный анализ сырья, промежуточных продуктов, конечного продукта представляет полную информацию о варке и ее результатах. Выводы контрольной варки являются основанием для оценки работы варны и в последующие периоды.

Коагуляция белков и образование лома

Относится, наряду с выделением (выщелачиванием) горьких веществ из хмеля, к наиважнейшим действиям при варке хмеля. Макромолекулы белков с молекулярной массой до 120 000 имеют в сладине характерное расположение, для них важна, например и биологическая активность ферментов. При кипячении, во-первых, утрачивается пространственная структура и белки денатурируются, оставаясь еще растворенными. Приближенные к изоэлектрическому пределу они теряют положительный электрический заряд в результате чего наступает коагуляция (свертывание) с образованием видимых комков. Отрицательно заряженные дубильные вещества поддерживают этот процесс. Объем коагулированного азота снижается при варке хмеля с 5-12 мг в 100 мл 12% младины до 1,5-2,0 мг. На образование лома оказывают воздействие такие факторы:

- интенсивность кипячения - при интенсивном кипячении в жидкости возникает большее число мельчайших пузырьков и суммарная площадь их поверхностей наибольшая, находящиеся на поверхности активные белки легче скапливаются;

- время кипячения - может быть в пределах 1,5-2,0 часа;

- рН- т.е. достижение изоэлектрического предела отдельными белками. Различные белки имеют различный изоэлектрический предел и поэтому, в определенных условиях, всегда часть белков остается не свернутой. Оптимальное значение рН для образования лома при обычных условиях найти затруднительно, однако, эта величина довольно мала - 5,2. β -глобулин виновник помутнения при охлаждении имеет изотермический предел даже при рН 4,9.

- множество присутствующих дубильных веществ: танины, катехины, антокианогены, флавонолы. Из них 80% имеют происхождение из солода, 20% - из хмеля. Для создания благоприятных условий свертывания белков необходимо 16-20 мг дубильных веществ в 1 литре младины. Окисленная дубильное вещество (флобафен) создает с белками комплексы, которые влияют на горькость и на холоде нерастворяются.

Неокисленные дубильные вещества хотя и создают комплексы, влияющие на растворимость при повышении температуры, но на холоде они нерастворимы, что вызывает помутнение пива помутнение при сильном охлаждении.

Растворение горьких веществ хмеля, изомерация L- горькой кислоты

Отдельные составы горьких веществ оказывает различное воздействие на интенсивность и характер горечи малины и пива. L-горькая кислота (гумулон) является самой известной, т.к. дает наивысшую горькость. В процессе варки хмеля присутствуют все ее гомологи: гумулон, когумулон, адгумулон, постгумулон, прегумулон) на растворяющей изоформе. Изомерация меняет 6-угольное ядро на 5-угольное. β - горькая кислота (лупулон) при варке хмеля почти полностью выделяется, растворенной остается одна из ее производных- β -мягкая смола. Эта мягкая смола придает пиву изысканную горечь, высокое содержание этой смолы является характеристикой высококачественного хмеля “жатецкого” типа. Дубильные вещества в хмеле (полифеноловые вещества) имеют особое технологическое значение, проистекающие из реакции с белками. Кроме этого они также влияют на горький вкус младины. Эфирные масла, содержащиеся в хмеле, в процессе варки испаряются, некоторые продукты их распада также оказывают влияние на аромат пива. . В целях их сохранения, часть массы хмеля добавляется к концу варки хмеля. Из начальной горькости хмеля остается не более 30%, избыток переходит в осадок и выделяется при брожении. На растворимость горьких веществ оказывает влияние рН: чем ниже рН и кислее реакция, тем труднее они растворяются. При более высоких значениях рН растворимость горьких веществ выше, но характер горькости становится более грубым, резким. Наибольшее содержание белков и дубильных веществ (танина) в младины приводит и к наибольшему образованию горьких осадков и, следовательно, к большей потере горькости. В целях лучшего использования хмеля существует ряд способов так, например, тонкий помол головок, особый способ экстрагирования, воздействие давлением и ультразвуком. Содержание горьких хмелевых веществ с увеличением продолжительности варки возрастает. Время варки хмеля не может превышать 2 часов, т.к. может начаться процесс разваривания возникшего лом и горький гумулон начнет переходить в негорькую гумулонову кислоту.

Возникновение редуцированных веществ

При варке хмеля в младины возникают вещества, которые имеют редуционные свойства. Они носят название редуктоны. Связанный кислород в пиве препятствует нежелательному окислению готового

продукта. Их фундаментом является окисляющая-редуционная система, основанная на равновесии алдола и кетола, которые находятся постоянно в индиоловой форме и сильно редуцируют.

В более широком смысле можно считать редуцентом и белки, содержащие сульфидриловые группы $-SH$, меланоидины, некоторые дубильные и горькие вещества, содержащиеся в хмеле. Редуционная способность выражается временем (в секундах), необходимым для обесцвечивания 80% индикатора дихлорфенолиндофинола. Величины, обозначенные ИТТ (индикаторный тест) в светлых младаинах находятся в пределах 300. Редуционная способность важна для стабильности пива. В экспортном пиве стабильность повышают путем добавления аскорбиновой кислоты перед разливом.

Снижение рН

При варке хмеля происходит снижение рН младины приблизительно на 0,2-0,3 (с 5,7-5,9 до 5,6). Это снижение вызвано возникновением кисло реагирующих меланоидов. Горькие кислоты хмеля на снижение показателя рН почти не оказывают влияния. Больше воздействие могут иметь реакции солей, содержащихся в воде с гидрогенфосфорным солодом. Речь идет о нейтральной известковой и горечной соли сильных кислот, т.е. некарбонатной твердости воды. Повышение кислотности тем выше, чем:

1) больше число факторов, способствующих образованию меланоидов (большой объем белковых веществ и их расщепленность, возможно более высокие конечные температуры в солодосушильне, задержка при температуре $50^{\circ}C$ при осаждении;

2) меньше устойчивая способность младины (меньше фосфорных и фитина)

В Чехии в светлых сортах разливного пива находится 210-280 г хмеля на гектолитр пива, в выдержанных сортах (лежак) - 320-450 г и в темных сортах пива 160-280 г. Хмель нельзя дозировать стереотипно, а лишь в соответствии с аналитическим определением горькости. Обычно дозируют по количеству L- горькой кислоты в мг на 1 литр. Этим способом достигают хороших результатов в регулировании горькости, пока L-часть соответствует на менее 30% от общего объема горьких веществ. Хмель добавляют в варочную емкость, как правило, трижды: 1/4 часть от общего объема загружается сразу, 1/2 - после заварки и последняя 1/4 объема - за 30-15 минут перед концом варки. Первый раз можно заложить более старый хмель, чтобы при длительном воздействии высоких температур выделились неприятно пахнущие вещества. При второй закладке вместо хмеля можно использовать экстракт хмеля. При последней закладке необходимо использовать только качественный, ароматный хмель, а не экстракт. Основным требованием процесса хмелеварения является надлежащим образом проваренная младаина. Пиво

из хорошо приготовленной младины обладает лучшими вкусовыми качествами и дольше сохраняется.

Отделение хмелевого помола

После окончания варки хмеля и контроля варки, младаина немедленно откачивается для охлаждения. Насос для перекачки младины не должен иметь большие обороты, чтобы не затрагивать горькие осадки, находящиеся на дне. Хмелевые экстракты в младиине полностью растворены, молотый хмель выделяется с грубыми осадками и для этого не требуется отдельное оборудование.

Получение младины

Шротование солода - раздробление солодового зерна с целью обнажения эндосперма для его расщепления при варке. Поэтому в большинстве используемых способах сцеживания оболочки зерен служат естественным фильтрационным слоем.

Стерилизация младины

Кипячением младаина стерилизуется, в связи с чем создаются условия для биологической чистоты брожения и сохранности (долговечности) пива. При обычном рН 5,4-5,7 младаина бывает стерильной уже через 15 минут кипячения.

Инактивация фермента

Только при повышении температуры перед началом варки хмеля инактивируются все ферменты. Этим создается определенная ступень прображивания и предотвращается технологически нежелательное развитие процесса расщеплений декстрина и азотных веществ при брожении.

Отбор образцов младины

Образцы младины отбираются в стерильные сосуды для образцов в бродильне у истока младины в чане для брожения. В этом месте проявляется общий санитарный уровень бродильных путей. Если результаты микробиологического контроля младины отрицательны, можно провести подробный микробиологический анализ. В этом случае отбирают в стерильные сосуды для образцов:

- млади́ну из холодильного стока - образцы отбирают после начала брожения и вплотную перед его завершением под поверхностью вблизи от выходного вентиля;

- млади́на над душевым охладителем - образец отбирается у истока млади́ны на душевой охладитель под разделительной трубкой;

- млади́на под душевым охладителем - образец отбираем из сборного корыта под душевым охладителем;

- осадок млади́ны - образец отбираем в бродильне у истока чана для брожения.

Установление общего числа микроорганизмов в млади́не

Общее число микроорганизмов в млади́не устанавливаем прививкой образца млади́ны на подслащенный желатин и агар-агар. После инкубационного периода подсчитываем выросшую колонию и идентифицируем микроорганизмы. Определением общего числа микроорганизмов получаем полную картину микробиологического состояния обследуемой млади́ны.

Стандарт относительной (релятивной) густоты:
пикнометрически, в пикнометр Gay-Lussacova отвесить около 3 г кремелины (0,001 g), долить водой и держать 2 часа в слабо кипящей водяной бане в целях выхода воздуха из пор. После охлаждения пикнометр залить водой, закрыть и взвесить:

$$d = \frac{m_k}{m_2 + m_k - m_1}$$

m_k - навеска кремелины в граммах

m_1 - масса водной суспензии в граммах

m_2 - водная величина пикнометра в граммах

При микробиологическом контроле млади́ны (солод+вода+хмель, но без дрожжей) существуют два основных положения:

1. установление общего числа микроорганизмов;
2. определение наличия прямых вредителей пива.

Определение наличия микроорганизмов, напрямую вредящих пиву

Наличие микроорганизмов, напрямую вредящих пиву, в младины определяется следующим образом: образец младины прививается на пастеризованное пиво, налитое в Фреунденреховские бутылки. Привитые бутылки помещаются в термостат при температуре 25° С. Выросшие микроорганизмы, которые затем обследуются под микроскопом на предмет выявления прямых вредителей пива, и их наличие в младины весьма небезопасно.

Оборудование , необходимое для главного брожения

Современное технологическое оборудование, самое распространенное, так называемые СК цистерны, с соотношением высоты и ширины 3-4:1 и острыми углами конуса. Объем 1-5 тыс. гл. Материал нержавеющей сталь. Цистерны устанавливаются в просторном помещении, изолируются пенообразным полиуретаном и облицованы тонкими алюминиевыми плитками. Охлаждение производится двумя охлаждающими дубликаторами (две зоны в вальцованном корпусе, одна - в конусе). Общее время брожения и созревания пива сокращается на 14 дней.

Заквашивание и главное брожение

Заквашиванием младины начинается процесс главного брожения и последующего дображивания. Брожение - анаэробный ферментационный процесс, при котором из заквасочного сахара возникает алкоголь и CO₂. Основное брожение протекает при повышенной температуре, за более короткий срок и с большей потерей экстракта, чем при дображивании. Дображивание протекает под давлением и с меньшим числом бродильных клеток.

Вплоть до конца прошлого столетия дрожжи были неконтролируемой смесью МО. Верхний способ брожения использовался при температурах выше 15⁰С. Брожение при температурах менее 10⁰С шло с использованием дрожжей нижнего брожения, которые после окончания брожения главной части экстракта оседали (осаживались) на дне бродильного чана. В 1881 году Гаасен на датском пивоваре "Carlsberg" вывел одноклеточную культуру пивных дрожжей, от которых пошло применение пивных дрожжей *Saaharomyces carlsbergensis* Hansen.

Речь идет о двух типах дрожжей: дрожжи крупчатые с более крупными клетками, которые меньше бродят и хорошо осаживаются; дрожжи порошковые, которые более глубоко прображивают при верхнем способе. Каждый пивовар имеет один либо два типа проверенных дрожжей, которые в значительной мере определяют характер готового пива. Характер пива также определяется и физиологическим состоянием дрожжей (тенденция к аутолизу), способом сохранения дрожжей (сохранение бродильной способности, сопротивление инфекции),

введением дрожжей, проведением брожения, это все оказывает влияние и на состав младины.

Морфология: клетка круглая либо овальная, размер 4-8,5 умноженная на 5-15,5 микрометра. **Цитология:** клетка состоит из протоплазмы, т.е. ядра и цитоплазмы.

Технология брожения. Холодная аэрированная младина заквашивается обычно 0,5 л жидких пивных дрожжей на 1 гл. Это соответствует 15-25 млн. клеток на 1 мл.

Разведение дрожжей - при недостатке дрожжей необходимо заквасить 1/2 общей порции дрожжей половинным объемом младины и бродильный чан дополнить младиной после 24 часов.

Процесс главного брожения - ведется в соответствии с бродильными фазами. После 12-20 часов в чан е появляется тонкая белая пена. Пена постепенно увеличивается в объеме и собирается в середине чана, чан разогревается. В соответствии с диаграммой роста, это отвечает “лаг” фазе и началу “лог” фазы. В первые 12-18 часов число клеток удваивается при постепенном росте температуры. Уменьшение экстракта после 24 часов составляет 0,2-0,4 %, рН снижается на 0,3 j. После 24-36 часов брожения образуется густая белая пена на всей поверхности, возникают низкие белые кружки. Эта стадия продолжается 2 дня и соответствует максимальной стационарной фазе роста. Число клеток достигает трехкратной величины от начала процесса. Экстракт уменьшается на 0,5-1,0% за 24 часа. Температура растет на 2⁰С за 24 часа и рН снижается 0,6j. С падением рН снижается растворимость горьких хмелевых веществ, которые выпадают из раствора и выносятся в пену, которая становится коричневого цвета - так называемая стадия высоких коричневых кружков. В этой стадии начинается охлаждение. Интенсивность роста постепенно снижается и уменьшение экстракта достигает 1-2% за 24 часа. рН снижается до конечного значения 4,4-4,6. После этой (примерно трехдневной стадии) начинают пропадать кружки и образуется так называемая дека - одеяло. Дрожжи агглютинируют и опускаются на дно емкости. Молодое пиво становится прозрачней, а поверхность темнее. Одеяло-дека не должно пропадать и его надо своевременно собрать. Розлитое пиво должно содержать 5-7 млн. бродильных клеток/мл и Р должно быть на 9-12% меньше, чем Р_{zd}. Подходящая температура зависит от требуемой интенсивности дображивания (температура 4-6⁰С после розлива).

Ошибки основного брожения

Медленное прображивание вызывается малым количеством дрожжей, низкой бродильной температурой, недостаточной аэрацией, физиологической ослабленностью либо сильной контаминированной культурой дрожжей, большим количеством осадков и несоответствующим составом младины (низкое содержание металлов-Zn, аминокислот и т.д.). В крайнем случае может произойти остановка процесса брожения. При увеличении содержания NO_3 и высокой степени инфекции, может произойти процесс образования NO_2 , который является ядом для дрожжей. Пузырьковое брожение вызвано изменением вязкости и поверхностного напряжения и небезопасно (например, старый хмель). Вихревое (вибрационное) брожение связано с метаболизмом азотных веществ и также небезопасно (плохо разлушенный солод, тонкие осадки в младины). Сведение дрожжей к одеялу-деке, свидетельствует о сильных изменениях в физиологическом состоянии дрожжей, которые необходимо немедленно извлечь.

Проведение основного брожения: обычно время брожения составляет 7-10 дней при температурах 6-9-6⁰С. Так называемое холодное брожение, оказывающее положительное влияние на качество светлых сортов пива. Современная технология брожения в СК цистернах предполагает так называемый теплый процесс с температурами 8-12-2⁰С (8- закваска, 12 - максимальная, 2 - разлив). Время брожения сокращается.

Фильтрация пива

Готовое пиво должно иметь достаточную степень проброженности и общее хорошее качество, предполагающее хорошую пенность и достаточное насыщение CO_2 и создающее благоприятные условия для фильтрации. Все готовое пиво должно быть совершенно прозрачным, что обеспечивается фильтрацией перед разливом.

Отделение твердой и жидкой фазы

Используется осаждение (седиментация) - отделение на основе различной плотности вещества и фильтрация.

Седиментацию можно проводить:

- осаждением;
- флотацией;
- выносом водой.

Этот процесс можно ускорить, например, сепарированием либо добавлением вспомогательных седиментационных веществ (порошка для фильтрации- кизилгур, желатины, активированного угля, нейлона и т.п.).

Фильтрация - технологический процесс при котором жидкость проходит через пористую перегородку на которой улавливается твердая

фаза и образуется так называемый фильтрационный калач. Перегородка может обеспечить максимальный проток фильтруемой жидкости за определенное время согласно уравнению закона Haganova-Poiseuillova.

Фильтрация пива

Считайте за правило:

- отделить дрожжи, смолы хмеля и дубильно-белковый комплекс;
- отделить вещества которые могут вызвать помутнение, т.е. белки и дубильные вещества;
- улучшить вкусовые качества и прозрачность.

Удаляемые частицы по своему размеру делятся на:

- грубые дисперсные частицы (размером больше 1 микрометра);
- коллоидные частицы (0,001-0, микрометра), которые ухудшают химическую стабильность, но улучшают пенность и полноту вкуса, главным образом, белки с молекулярным весом более 60 000;
- молекулярные дисперсные вещества растворены в пиве, речь идет в первую очередь о антокианах (athoryanu) и горьких веществах.

На процесс фильтрации оказывает влияние:

- а) фильтрационное давление, которое должно быть минимальным, но выше, чем давление CO_2 в фильтруемом пиве;
- б) время фильтрации, влияет на прозрачность фильтруемого пива и рост давления;
- в) температура пива, должна приближаться максимально возможно к $0^{\circ}C$, лучше также в увязке с CO_2 и совершенно исключается помутнение пива из-за понижения температуры. Необходимо временная задержка для исключения помутнения.

Скорость фильтрации тем выше, чем выше фильтрационное давление, максимальная скорость фильтрации - при критическом давлении и наименьшей вязкости.

При фильтрации давление является основным фактором, сперва низкое, т.к. слой еще более пористый, со временем давление необходимо повышать.

Основные фильтрационные материалы:

Кремелина (порошок для фильтрации)- состоит из отдельных кремнистых раковин доисторических диатомитовых водорослей (диатомаций). Фильтрующий эффект проявляется в улавливании частиц в верхней части слоя фильтрующей тарелки. Перед использованием обрабатывается отмученным размолотом и кислотой.

Необходимо следить:

- за внешним видом (под микроскопом) , т.е. структурой и степенью загрязненности песком;

- не должна содержать никаких Мо вредителей пива;

- механические свойства: фильтрующие свойства тем лучше, чем дольше идет осаждение и чем меньше измеренный вес вещества (71-146 g*/л и влажность ниже 300 g*/л);

- химический анализ. Объем воды 5% растворенности в кислой среде минимально;

- фильтрующая проницаемость- время необходимое для протекания 200 мл воды при давлении 0,5 at и при данной температуре через слой кремелины, обработанной согласно инструкции.

Затем:

Вкусовые испытания: 2 бутылки, в каждую по 3 г кремелины.

До 1. Розливное пиво, до 2,4% этанола, 24 часа в холоде, затем проверяется на наличие в пиве привкуса этанола.

Стандарт цвета: на темно-зеленом основании с образцом, который имеет максимально темный допустимый оттенок. Заключение делается на неорганическую загрязненность, в основном веществами - Fe₂O₃.

Стандарт насыпного веса: находится по массе 1000 ml кремелины, свободно насыпанной с высоты 5 см в литровый сосуд. Выводы делаются по размеру поверхности и загрязненности - значение тем выше, чем меньше поверхность и больше загрязненность.